

TUGAS AKHIR
ANALISA PERFORMANSI *SWING MACHINERY*
PADA *EXCAVATOR KOMATSU PC200-8*



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

ADITYA PUTU PRAMANA

NIM : D200140213

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa usulan judul tugas akhir **“ANALISA PERFORMANSI SWING MACHINERY PADA EXCAVATOR KOMATSU PC200-8”**, yang saya ajukan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, November 2018
Yang menyatakan,



ADITYA PUTU PRAMANA

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul **“ANALISA PERFORMANSI SWING MACHINERY PADA EXCAVATOR KOMATSU PC200-8”**, telah disetujui Pembimbing dan diterima sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Aditya Putu Pramana**

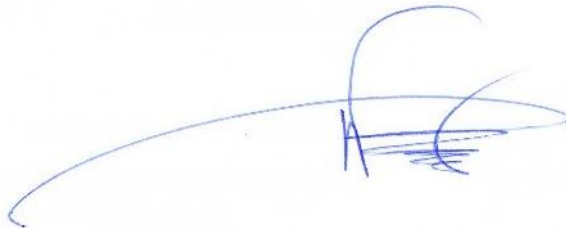
NIM : **D 200 140 213**

Disetujui pada :

Hari : Senin

Tanggal : 15 oktober 2018

Pembimbing Utama



Wijiarto, S.T., M.Eng.Sc.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul **"ANALISA PERFORMANSI SWING MACHINERY PADA EXCAVATOR KOMATSU PC200-8"**, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : ADITYA PUTU PRAMANA

NIM : D200140213

Disahkan pada :

Hari : *Jumat*

Tanggal : *7 Desember 2018*

Dewan penguji :

Ketua : Wijianto, S.T., M.Eng.Sc.

Anggota 1 : Ir. Sartono Putro, M.T.

Anggota 2 : Ir. H. Subroto, M.T.

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah
Surakarta



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah
Surakarta

[Signature]

Ir. H. Subroto, M.T.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan Surat Direktur Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta
No. 171/D.2-II/VKS/XI/2017 Tanggal 20 November 2017 dengan ini :

Nama : Wijianto, ST., M.Eng. Sc.
Pangkat/Jabatan : Penata / Lektor
Kedudukan : Pembimbing Utama / ~~Pembimbing Kedua~~ *)
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Aditya Putu Pramana
No Induk : D200140213
NIRM : 14 6 106 03030 50213
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir
Judul/Topik : Analisa Performansi Swing Machinery Pada Excavator Komatsu PC200-8

Rincian Soal/Tugas : 1. Mencari tahu mekanisme kerja swing machinery Excavator Komatsu PC 200-8.
2. Mencari besar torsi, flouate dan efisiensi dari swing machinery
3. Mencari speedratio reduksi putaran serta gaya-gaya yang bekerja pada swing machinery.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 20 November 2017.

Pembimbing



(Wijianto, ST., M.Eng. Sc)

Keterangan

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Koordinator TA Sekolah Vokasi
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

Segala sesuatu yang bisa kau bayangkan adalah nyata.

(Pablo Picasso)

Jangan pernah menunggu. Waktunya tidak akan pernah tepat.

(Napoleon Hill)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa senang hati karya sederhana ini dapat terselesaikan, yang saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua dan kakak tersayang, yang senantiasa mendoakan yang terbaik untuk anaknya.
2. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc., selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan masukan-masukan yang bermanfaat bagi terselesaikannya tugas ini.
3. Teman-teman seperjuangan 2014, yang telah bersama berjuang untuk menuntut ilmu di Jurusan Teknik Mesin
4. Teman-teman program sudetan Vokasi, yang juga telah bersama-sama berjuang di program sudetan alat berat.
5. Teman-teman asisten beserta keluarga besar Laboratorium dan Pusat Pengembangan Ilmu Teknik Dasar (LPPITD), yang telah memberikan arti kerja keras serta rasa kekeluargaan yang luar biasa.
6. Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin (KMTM), yang telah memberikan pelajaran serta pengalaman yang luar biasa.
7. Nurma Wihdatun Nikmah yang telah senantiasa memberikan semangat serta dukungan dalam pengerjaan laporan ini.
8. Serta seluruh pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini membawa manfaat, saya selaku penulis hanya bisa mengucapkan terimakasih

ABSTRAK

Swing machinery pada *excavator* adalah komponen yang berguna untuk menggerakkan *upperstructur* unit yaitu sebesar 360°. *Swing machinery* terbagi menjadi beberapa komponen antara lain: *Swing motor*, *swing brake*, dan *swing reducer*. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme kerja dari masing-masing komponen pada *swing machinery* dan besarnya gaya-gaya yang bekerja.

Swing machinery merupakan komponen yang merubah *pressure* dari *main pump* menjadi gerakan mekanis, *Swing brake* berfungsi untuk *engaged* dan *disengaged clutch* dan *disk* yang berfungsi untuk *lock* serta *release cylinder block* pada *swing motor*, *Swing reducer* berfungsi untuk mengurangi putaran dari *swing motor* yang akan menaikkan torsi sehingga *swing machinery* dapat memutar *upperstructur* dari *excavator*.

Hasil analisa gaya-gaya yang bekerja pada *swing motor* seperti torsi sebesar 503,516 Nm didapatkan efisiensi mekanis sebesar 89,072 %, *flow rate* sebesar $6,061 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan efisiensi *volumetric* sebesar 79,392 %, dan efisiensi keseluruhan pada *swing motor* sebesar 70,716 %. Kemudian *speed ratio* dan *reduksi* putaran pada *swing reducer* adalah 1,17 dan -178,64 rpm pada tingkat pertama dan 1,05 dan -39,96 pada tingkat kedua. Kemudian akan didapatkan besarnya momen puntir, gaya tangensial, dan besar gaya yang bekerja pada roda roda gigi *planetary gear* *swing reducer*.

Kata Kunci: *Excavator, Swing Machinery, Swing Motor, Swing Brake, Swing Reducer, Planetary Gear*

ABSTRACT

Swing machinery on the excavator is a usefull component to swing upperstructur unit by 360°. Swing device is divided into several components, among others: Swing motor, swing brake, and swing reducer. This analysis aims to determine the working mechanism of each component on the swing device and the magnitude of the forces that work.

Swing motor is a component that converts pressure from main pump to mechanical movement, Swing brake functions to engage and disengage cluth and disk that serves to release cylinder block and lock cylinder block on swing motor, Swing reducer functions to reduce rotation of swing motor but increase torque, so swing device can swing upperstructur of excavator.

The results of the analysis, the forces that work on swing motor like torque of 503,516 Nm obtained mechanical efficiency of 89,072 %, flow rate of $6,061 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$, obtained volumetric efficiency of 79,392 %, and overall efficiency in motor swing equal to 70,716 %. Then the speed ratio and reduction of the swing reducer are 1,17 and -178,64 rpm at the first level and 1.05 and -39,96 rpm at the second level. Then there will be the amount of torque, tangential force, and force that works on planetary gear swing reducer gear.

Keywords: Excavator, Swing Machinery, Swing Motor, Swing Brake, Swing Reducer, Planetary Gear

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-NYA, tak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari jaman jahiliyyah ke jaman terang benderang seperti saat ini. Alhamdulillahirabbil 'aalamin penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "*ANALISA PERFORMANSI SWING MACHINERY PADA EXCAVATOR KOMATSU PC200-8*", Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu serta memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak, sehingga terselesaikannya laporan ini, yaitu kepada :

1. Kedua orang tua dan kakak tersayang, yang senantiasa mendoakan yang terbaik untuk anaknya.
2. Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Dr. Suranto, M.M., Selaku Direktur Sekolah Vokasi.
4. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc., selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan masukan-masukan yang bermanfaat bagi terselesaikannya tugas ini.
5. Teman-teman seperjuangan 2014, yang telah bersama berjuang untuk menuntut ilmu di Jurusan Teknik Mesin
6. Teman-teman program sudetan Vokasi, yang juga telah bersama-sama berjuang di program sudetan alat berat.

7. Teman-teman asisten beserta keluarga besar Laboratorium dan Pusat Pengembangan Ilmu Teknik Dasar (LPPITD), yang telah memberikan arti kerja keras serta rasa kekeluargaan yang luar biasa.
8. Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin (KMTM), yang telah memberikan pelajaran serta pengalaman yang luar biasa.
9. Nurma Wihdatun Nikmah yang telah senantiasa memberikan semangat serta dukungan dalam pengerjaan laporan ini.
10. Serta seluruh pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat-Nya yang berlimpah serta membalas amal baik dan segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Maka dari itu, dengan rendah hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna hasil yang lebih baik kedepannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri maupun orang lain yang membacanya.

Surakarta, November 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Pengumpulan Data	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Diagram Alir <i>Swing System</i>	5
2.2 <i>Hydraulic Motor</i>	6
2.2.1 <i>Hydraulic Gear Motor</i>	6
2.2.2 <i>Hydraulic Vane Motor</i>	7
2.2.3 <i>Hydraulic Piston Motor</i>	7
2.2.4 <i>Gerotor Hydraulic Motor</i>	10
2.3 <i>Swing Brake</i>	10
2.3.1 <i>Swing Brake Lock</i>	11

2.3.2	<i>Swing Brake Release</i>	12
2.4	<i>Swing Reducer</i>	12
2.4.1	<i>Single Pinion Type</i>	13
2.4.2	<i>Dual Pinion Type</i>	14
2.4.3	<i>Planetary Gear pada Swing Reducer</i>	14
2.5	<i>Valve</i>	15
2.5.1	<i>Relief Valve</i>	16
2.5.2	<i>Make Up Valve</i>	17
2.5.3	<i>Anti Reverse Valve</i>	18
2.5.4	<i>Parking Brake dan Brake Release Valve</i>	19
2.5.5	<i>Solenoid Valve</i>	20
BAB III DASAR TEORI		
3.1	<i>Swing Motor</i>	23
3.1.1	<i>Analisa Perhitungan Torsi Hydraulic Motor</i>	24
3.1.2	<i>Analisa Perhitungan Flow Rate Hydraulic Motor</i>	25
3.1.3	<i>Analisa Perhitungan Overall Efficiency</i>	27
3.2	<i>Planetary Gear</i>	28
3.2.1	<i>Analisa Perhitungan Speed Ratio Planetary Gear</i>	28
3.2.2	<i>Analisa Perhitungan Roda Gigi</i>	29
3.2.3	<i>Analisa Perhitungan Momen Puntir</i>	30
3.2.4	<i>Analisa Perhitungan Kecepatan Keliling</i>	31
3.2.5	<i>Analisa Perhitungan Gaya</i>	31
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	<i>Perhitungan Swing Motor</i>	32
4.1.1	<i>Torsi Teoritis</i>	32
4.1.2	<i>Torsi Aktual</i>	32
4.1.3	<i>Mechanical Efficiency</i>	33
4.1.4	<i>Flow Rate Teoritis</i>	33
4.1.5	<i>Flow Rate Aktual</i>	34
4.1.6	<i>Daya Hydraulic Motor</i>	35
4.1.7	<i>Volumetric Efficiency</i>	35

4.1.8 Overall Efficiency.....	35
4.2 Perhitungan <i>Planetary Gear</i>	36
4.2.1 Perbandingan Gigi pada <i>Swing Reducer</i>	36
4.2.2 Reduksi Putaran <i>Planetary Gear</i> Pada <i>Swing Reducer</i>	38
4.2.3 Perhitungan Roda Gigi <i>Planetary</i> Tingkat Pertama.....	39
4.2.4 Perhitungan Roda Gigi <i>Planetary</i> Tingkat Kedua	44
4.3 Hasil Perhitungan	43
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir <i>Swing System</i>	5
Gambar 2.2 Sketsa <i>Hydraulic Gear Motor</i>	6
Gambar 2.3 Sketsa <i>Hydraulic Vane Motor</i>	7
Gambar 2.4 Sketsa <i>Axial Hydraulic Piston Motor</i>	8
Gambar 2.5 Sketsa <i>Radial Hydraulic Piston Motor</i>	8
Gambar 2.6 Sketsa <i>Bent Hydraulic Piston Motor</i>	9
Gambar 2.7 Sketsa <i>Gerotor Hydraulic Motor</i>	10
Gambar 2.8 Skema Kerja <i>Engaged Swing Brake</i>	11
Gambar 2.9 Skema Kerja <i>Disengaged Swing Brake</i>	12
Gambar 2.10 <i>Single Pinion Type</i>	13
Gambar 2.11 <i>Dual Pinion Type</i>	14
Gambar 2.12 Sketsa <i>Swing Reduction Gear</i> pada <i>Swing Machinery</i>	15
Gambar 2.13 Diagram Hidrolik <i>Relief Valve</i>	16
Gambar 2.14 Posisi <i>Relief Valve</i> pada <i>Swing Motor</i>	17
Gambar 2.15 Diagram Hidrolik <i>Make Up Valve</i>	17
Gambar 2.16 Posisi <i>Make Up Valve</i> pada <i>Swing Motor</i>	18
Gambar 2.17 Diagram Hidrolik <i>Anti-Reverse</i>	19
Gambar 2.18 Diagram Hidrolik <i>Parking Brake</i> dan <i>Brake Release Valve</i>	19
Gambar 2.19 Posisi <i>Parking Brake</i> dan <i>Brake Release Valve</i> pada <i>Swing Motor</i>	20
Gambar 2.20 <i>Solenoid Valve</i>	21
Gambar 3.1 <i>Swing Motor</i>	23
Gambar 3.2 <i>Planetary Gear</i> pada <i>Swing Reducer</i>	28
Gambar 3.3 Nama Bagian Roda Gigi	29
Gambar 4.1 <i>Planetary Gear Single Pinion</i> Tingkat Pertama.....	36
Gambar 4.2 <i>Planetary Gear Single Pinion</i> Tingkat Kedua	37

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan <i>Hydraulic Motor</i>	48
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Roda Gigi <i>Planetary Gear</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

Technical Specification of Hydraulic Excavator Komatsu PC200-8

Table Specification of Fuel, Coolant and Lubricant

Nondimensional Parameter Values C_1 and C_2

Swing Machinery Parts

Hydraulic Circuit Diagram of Hydraulic Excavator Komatsu PC200-8

Module 5 Lecture 19 by Prof. Jagadeshaa (NPTEL)

International Jurnal by R.D. Bartos "Mathematical modeling of bent-axis hydraulic piston motors"